

Pump control method for automobile electrohydraulic braking system

Patent number: DE19828552

Publication date: 2000-02-03

Inventor: HACHTEL JUERGEN (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:


- international: B60T13/20; B60T17/02; F04B49/00; H02P5/00

- european: B60T7/04B; B60T8/40G; B60T13/20; B60T13/68C;
B60T17/02; F04B49/02C

Application number: DE19981028552 19980626

Priority number(s): DE19981028552 19980626

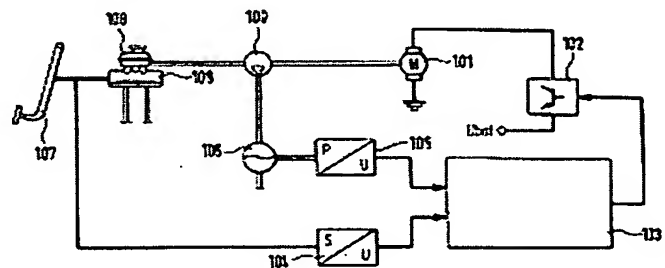
Also published as:

 US6367890 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19828552

The control method provides a control signal for the pump (100), supplying the hydraulic pressure medium for the braking system, in dependence on the detected actual pressure and the pressure gradient of the pressure medium, e.g. by comparing the actual pressure with upper and lower limits and comparing the pressure gradient with a threshold pressure gradient. An independent claim for a pump control device is also included.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

This Page Blank (uspto)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 198 28 552 C 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 60 T 13/20
B 60 T 17/02
F 04 B 49/00
H 02 P 5/00

②1 Aktenzeichen: 198 28 552.3-21
②2 Anmeldetag: 26. 6. 1998
④3 Offenlegungstag: –
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 2. 2000

DE 198 28 552 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Hachtel, Juergen, 74219 Möckmühl, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 196 48 596 A1
DE 195 48 248 A1
DE 195 46 682 A1
DE 42 32 130 A1
DE 41 02 496 A1
DE 38 18 260 A1
DE 38 13 172 A1

DE-Z: ATZ 95 (1993) H. 11, S. 572-580;

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Bildung eines Ansteuersignals zur Ansteuerung einer Pumpe zur Förderung eines Druckmediums in einem Fahrzeugbremsystem

⑤7 Es werden Verfahren und Vorrichtung zur Ansteuerung einer Pumpe (100) eines Bremssystems zum Fördern eines Druckmediums vorgeschlagen, bei dem die Bildung des Ansteuersignals, insbesondere des Einschaltsignals für die Pumpe (100), abhängig von wenigstens einer Bedingung ist. Die Bildung des Einschaltsignals der Pumpe ist abhängig von einer Druckgradientengröße, insbesondere von einem Speicherdruckgradienten (aus 106). Dadurch ist einerseits eine Kompensation von Störungen, wie z. B. des Temperatureinflusses auf das Druckmedium, welcher sich in einem geringen Druckgradienten äußert, möglich und andererseits kann das starke Unterschreiten eines unteren Schwellwertes bei hoher Volumenbedarfsanforderung, also starken Druckabfall und damit großem Druckgradienten, verhindert werden.

DE 198 28 552 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bildung eines Ansteuersignals zur Ansteuerung einer Pumpe zur Förderung eines Druckmediums in einem Fahrzeugbremsystem gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche 1 und 11.

Aus der DE 195 48 248 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Pumpe eines elektrohydraulischen Bremssystems bekannt. Hierbei wird die Hydraulikflüssigkeit aus einem Druckspeicher über Ventile in die Radbremszylinder eingesteuert, wobei der Druckspeicher mit einer Pumpe geladen wird. Um ein möglichst geräuschloses Laden des Druckspeichers zu erreichen, wird die Pumpe mit einem bedarfsgerechten Pulspausenverhältnis eines PWM-Signals, abhängig vom Volumenbedarf an Hydraulikflüssigkeit und einem Druck im Druckspeicher angesteuert. Das PWM-Signal wird dabei abhängig von einem vorgebbaren Druckwert und der Abweichung des Ist-Druckes von diesem Wert (Druckspeicherhysterese) verändert. Dabei wird eine Vielzahl von festen Druckschwellwerten zur förderleistungsgerechten Ansteuerung verwendet. In dieser Offenlegungsschrift wird speziell die Ansteuerung einer Pumpe in einem elektrohydraulischen Bremssystem beschrieben.

Daneben sind Verfahren und Vorrichtungen bekannt, bei denen in hydraulischen Bremssystemen die Rückförderpumpen abhängig von der Generatorspannung angesteuert werden. Solche hydraulischen Bremssysteme sind z. B. aus der DE 195 46 682 A1 bekannt. Die DE 42 32 130 A1 offenbart dazu ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer elektromotorisch angetriebenen Hydraulikpumpe, die zur Hilfsdruckerzeugung einer Bremsanlage mit einer Antiblockierregelung und/oder einer Antriebsschlupfregelung dient. Sie wird dazu mit einem variablen Ansteuertakt aus Puls-/Pulspausenfolge angesteuert. Dabei wird die in den Pulspausen vom Pumpenmotor generatorisch induzierte Spannung als Maß für die Pumpendrehzahl ausgewertet. Durch eine Differenzbildung dieser Generatorspannung als Drehzahlisgröße mit einer in einer Antiblockier- oder Antriebsschlupfregelung gebildeten Sollgröße für die Pumpenmotordrehzahl, wird dann einem nachgeschalteten Regler eine Differenzgröße zur Verfügung gestellt. Mit dem Ausgangssignal des Reglers wird das pulswidenmodulierte Stellsignal für die Pumpenansteuerung gebildet. Im Takt dieses pulswidenmodulierten Stellsignals wird der Antriebsmotor der Hydraulikpumpe ein- und ausgeschaltet.

Die gattungsbildende DE 41 02 496 zeigt eine hydraulische Zweikreisbremsanlage mit Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug, welches mit einem Antiblockiersystem und einer Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) ausgestattet ist. Dabei ist auch für die nicht angetriebenen Vorderräder des Fahrzeugs eine zur ASR analoge Bremsdruck-Steuereinrichtung vorgesehen, die zusammen mit dem ASR für die angetriebenen Hinterräder des Fahrzeugs aktiviert wird. Bei dieser Aktivierung der Bremsdruck-Steuereinrichtung werden Funktionssteuerventile in Sperrstellung umgeschaltet und eine Hilfsdruckquelle aktiviert. Die Aktivierung der Bremsdruck-Steuereinrichtung und damit auch der Hilfsdruckquelle erfolgt wenn der Fahrer das Bremsgerät in einer Weise betätigt, daß die zeitliche Anstiegsrate des Druckes im Bremsgerät größer als ein vorgegebener Schwellwert ist. Der Bremsdruck wird dann automatisch so gesteuert, daß sich eine optimale Fahrzeugverzögerung ergibt. Dabei wird die Hilfsdruckquelle abhängig von einer Schwellwertüberschreitung der zeitlichen An-

stiegsrate des Druckes, also eines zeitlichen Druckgradienten zugeschaltet.

In der DE 38 18 260 A1 ist ein Antrittsgradient bezüglich des Bremspedals genannt, der von der Art und Weise der Pedalbetätigung und der ausgeübten Kraft durch den Fahrer abhängt und die Geschwindigkeit des Druckanstiegs im Hauptzylinder der Bremsanlage beeinflusst sowie dazu verwendet wird einen Pedalkraftüberschuß zu ermitteln. In dieser Schrift ist das Einschalten oder Zuschalten der Hilfsenergieversorgung abhängig von einem komplexen Volumenmodell, in welches indirekt der Antrittsgradient eingeht, gezeigt.

Daneben zeigt die DE 38 13 172 A1 die Verwendung des Druckes zur Erarbeitung der Stellgröße zur Steuerung des Fördervolumens einer Pumpe. Dabei wird der Druck zu verschiedenen Zeitpunkten erfaßt, wobei dieser von Zeitpunkt zu Zeitpunkt variiert. Somit wird der sich ändernde Druck sensiert und zur Stellgrößenbildung herangezogen.

In der DE 196 48 596 A1 wird die Rückförderpumpe dann angesteuert, wenn ein Druckgradient einen Schwellwert unterschritten hat und die Fahrzeugräder noch nicht alle an der Kraftschlußgrenze liegen, also noch keine Blockierschutzregelung stattfindet. Die Erkennung der Kraftschlußgrenze bzw. der Einsatz der Blockierschutzregelung erfolgt dabei über den Bremschlupf durch einen elektronischen Regler, der daraufhin Ansteuersignale zum Einschalten der Rückförderpumpe liefert.

Es hat sich gezeigt, daß die bekannten Verfahren sowie die entsprechenden Vorrichtungen nicht in jeder Beziehung optimale Ergebnisse zu liefern vermögen. Bei den bekannten Bremssystemen wird dabei stets eine Volumenbedarfsanforderung nötig, um die Pumpe einzuschalten. Eine Volumenbedarfsanforderung entsteht beispielsweise beim Bremsvorgang, wenn aus dem Bremskreis Volumen entnommen wird, um in die Radbremszylinder eingespeist zu werden. Aber nach dem Stand der Technik wird erst bei Unterschreitung eines Druckschwellwertes die daraus resultierende Volumenbedarfsanforderung erkannt. Dies führt dazu, daß die dem jeweiligen Schwellwert zugeordnete Förderleistung relativ spät eingesetzt wird und der Druckschwellwert dann schon unterschritten ist.

Bei hydraulischen Bremssystemen wird die Generatorspannung als drehzahlrepräsentierender Wert zur Ansteuerung der Pumpe verwendet. Durch das Totzeitverhalten bei der Umsetzung von Generatorspannung und Druckverhältnissen kann aber auch hier ein Unterschreiten der Druckgrenzen nicht verhindert werden.

Nachteilig in den genannten Verfahren ist zudem, daß bei einem sehr langsamen Druckabfall, wie z. B. bei tiefen Temperaturen oder durch Abkühlung der Umgebungstemperatur eine sehr späte Reaktion auf die Druckänderung, eben erst bei Schwellwertunterschreitung erfolgt.

Damit stellt sich die Aufgabe ein optimiertes System gerade auch unter Beachtung von Sicherheitsaspekten zur Verfügung zu stellen.

Vorteile der Erfindung

Die Bildung des Ansteuersignals, insbesondere des Einschaltsignals der Pumpe ist dabei von wenigstens einer Bedingung abhängig. Eine Bedingung zur Bildung eines Ansteuersignals zur Ansteuerung der Pumpe des Bremssystems wird erfindungsgemäß mindestens abhängig von einer Druckgradientengröße und einer Druckgröße gebildet. Die Druckgradientengröße repräsentiert einen Istwert eines Druckgradienten des Druckmediums im Bremssystem. Die Bedingung zur Bildung des Ansteuersignals zur Ansteuerung der Pumpe wird als Abhängigkeitsmodus bezeichnet

und ist z. B. als ein Vergleich der Druckgradientengröße mit verschiedenen Druckgradientenschwellwerten und/oder als eine Auswertung eines Kennfeldes, mit der Druckgradientengröße als einer Kennfeldgröße, ausgestaltet. Eine Auswahl der unterschiedlichen Druckgradientenschwellwerte erfolgt mit Hilfe wenigstens einer Radbremsolldruckschwelle, die auch angibt, ob im Bremssystem ein Volumenbedarf bezüglich des Druckmediums vorliegt oder nicht.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird durch die Verwendung der Druckgradientengröße als Grundlage der Ansteuer- bzw. Einschaltbedingung der Pumpe des Bremssystems ein Unterschreiten des untersten Druckschwellwertes verhindert bzw. eine deutlich geringere Unterschreitung ermöglicht. Durch die Überwachung des Druckgradienten kann außerdem selbst ohne Volumenbedarfsanforderung im Bremssystem der Einfluß von Störungen, wie z. B. einer Temperaturänderung und einer daraus resultierenden Druckänderung des Druckmediums, kompensiert werden und so der Druck bei einem gewünschten Druckwert gehalten werden. Durch die Verwendung des Druckgradienten als Einschaltbedingung kann außerdem ein geringerer Durchschnittsdruck und damit eine geringere durchschnittliche Pumpenleistung bei länger andauernden Phasen hohen Volumenbedarfs erzielt werden, weil schon die Information der Druckänderung genutzt wird und nicht ausschließlich die Schwellwertunterschreitung. Durch die zusätzliche Verwendung fester Druckschwellwerte zu den Druckgradientenschwellwerten wird ein hohes Maß an Sicherheit bezüglich der benötigten Druckverhältnisse erzielt. Ein weiterer Vorteil ist, daß durch die Vorgabe von Radbremsolldruckschwellwerten als Auswahlkriterium für den jeweiligen Druckgradientenschwellwert der Druckgradient bedarfsorientiert und situationsbedingt eingestellt werden kann.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Bremsanlage in Form eines Blockschaltbildes. Das Verfahren des Ausführungsbeispiels zur Ansteuerung der Pumpe ist in **Fig. 2** in Form eines Flußdiagramms beschrieben. **Fig. 3** zeigt die Signalverläufe von, im Zusammenhang mit dem Verfahren wichtigen Größen. In **Fig. 4** ist ein allgemeines Bremssystem mit einem beliebigen Druckmedium dargestellt. Damit wird kurz ein weiteres Ausführungsbeispiel z. B. in Form eines hydraulischen Bremssystems erläutert.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Zunächst wird das Verfahren anhand eines Ausführungsbeispiels einer elektrohydraulischen Bremsanlage, vergleichbar der aus der DE 195 48 248 A1, beschrieben. In **Fig. 1** ist zu diesem Zweck ein Blockschaltbild dargestellt. Es zeigt: Einen Hauptbremszylinder **109** mit Vorratsbehälter **108**. Ein Bremspedal **107** ist über eine Kolbenstange mit dem Hauptbremszylinder **109** verbunden. Die Bewegung der Kolbenstange wird mittels eines Sensors **104** erfaßt. Der Ausgang des Sensors **104** führt in ein Steuergerät **103**. Der Hauptbremszylinder **108** ist über eine Leitung für das Bremsdruckmedium mit einer Pumpe **100** und zugehörigem Pumpenmotor **101** verbunden. Die Pumpe **100** ihrerseits steht mit einem Druckspeicher **106** des elektrohydraulischen Bremssystems in Kontakt und speist diesen. Der, aus den genannten Schriften bekannte, für die Erfindung nicht wesentliche Rest des Bremskreises bzw. der Bremskreise ist in **Fig. 1** weggelassen. Am Druckspeicher **106** ist ein Druck-

sensor **105** angebracht, dessen Ausgangssignal ebenfalls dem Steuergerät **103** zugeführt wird. An das Steuergerät **103** ist über eine Leitung ein Schaltmittel **102** angeschlossen. Dieses Schaltmittel **102** ist einerseits mit der Versorgungsspannung Ubat, andererseits mit dem Pumpenmotor **101** verbunden.

Mit Hilfe des Bremspedals **107** gibt der Fahrer den gewünschten Radbremsolldruck, als Pedalweg S vor, der über den Sensor **104** erfaßt wird. Der Bremswunsch, die Pedalbewegung und der zu erzielende Radbremsdruck hängen dabei zusammen. Um eine schnelle Bremsreaktion zu ermöglichen wird aus dem Vorratsbehälter über die Speicherpumpe **100** der Druckspeicher **106** geladen. Der Pumpenmotor **101** wird über das Schaltmittel **102** mit der Versorgungsspannung Ubat verbunden bzw. von ihr getrennt. Gesteuert wird dieses Schaltmittel von dem Steuergerät **103**. Das Steuergerät erhält als Eingangsgrößen Druck repräsentierende Größen. Einmal wird der Speicherdruck Ps mittels des Drucksensors **105** erfaßt und an das Steuergerät ausgegeben. Zum anderen wird der gewünschte Radbremsolldruck Prs, der mit dem Weg des Bremspedals S bei Betätigung durch den Fahrer zusammenhängt, mittels des Sensors **104** erfaßt und ebenfalls dem Steuergerät **103** zugeführt. Aus dem erfaßten Speicherdruck Ps durch den Sensor **105** wird im Steuergerät **103** der für das Verfahren notwendige Speicherdruckgradient Psg gebildet.

Fig. 2 zeigt das Verfahren bzw. den programmtechnischen Ablauf im Steuergerät **103**. Dabei wird die Aufbereitung der Signale zur Weiterverarbeitung in einem Programm oder in einer entsprechenden Schaltung vorausgesetzt. Das in diesem Flußdiagramm dargestellte Verfahren kann einerseits als festverdrahtete Logik oder als dessen programmtechnisches Äquivalent im Steuergerät abgebildet werden. Zunächst wird davon ausgegangen, daß der Pumpenmotor **101** nicht mit der Versorgungsspannung Ubat verbunden ist **200**. Im Block **201** wird geprüft, ob der Speicherdruck Ps kleiner als eine vorgegebene untere Druckschwelle Pu ist. Wenn dies so ist, wird der Pumpenmotor mit der Versorgungsspannung Ubat durch das Schaltmittel **102** verbunden und die Pumpe **100** eingeschaltet **206**. Liegt der Speicherdruck Ps nicht unter der vorgegebenen Schwelle Pu, so gelangt man zu Block **202**. Dort wird abgefragt, ob der Speicherdruck Ps unterhalb einer oberen Druckschwelle Po liegt. Wenn der Speicherdruck Ps nicht unterhalb der oberen Druckschwelle Po liegt, so bleibt die Pumpe in ausgeschaltetem Zustand und man gelangt wieder zu Block **200**. Befindet sich der Speicherdruck unterhalb der oberen Druckschwelle Po, so wird im Block **203** das Vorhandensein einer Volumenbedarfsanforderung abgefragt. Dabei wird geprüft, ob der Radbremsolldruck Prs kleiner oder gleich einer vorgegebenen Radbremsolldruckschwelle Prss ist. Da in diesem Ausführungsbeispiel nur von zwei Druckgradientenschwellwerten P_{gk} und P_{gg} ausgegangen wird, ist ein Unterschreiten der Radbremsolldruckschwelle Prss durch den Radbremsolldruck Prs gleichbedeutend damit, daß keine Volumenbedarfsanforderung vorliegt. Ist dies der Fall, so gelangt man zu Block **204**. In dieser Abfrage wird geprüft, ob der Ist-Speicherdruckgradient Psg unterhalb einer betragsmäßig kleinen Druckgradientenschwelle P_{gk} liegt, die ein langsames Abfallen des Speicherdruckes z. B. durch Abkühlung des Druckmediums anzeigt. Wird der Radbremsolldruckschwellwert Prss durch den Radbremsolldruck Prs erreicht oder überschritten, so gelangt man zu einer zweiten Abfrage **205** mit einem betragsmäßig großen Speicherdruckgradienten P_{gg}, der ein schnelles Abfallen des Speicherdruckes Ps signalisiert. Durch die ausschließliche Verwendung zweier Druckgradientenschwellen P_{gk} und P_{gg} wird hier nur eine Radbremsolldruckschwelle Prss ver-

wendet. Eine Überschreitung dieser Radbremsolldruckschwelle Pr_{ss} ist dann gleichbedeutend damit, daß eine Volumenbedarfsanforderung vorliegt. Ist dies der Fall, so wird in 205 geprüft, ob der Ist-Druckgradient P_{sg} kleiner als der vorgebbare Druckgradientenschwellwert P_{gg} ist. Ist der Ist-Druckgradient P_{sg} kleiner, sprich negativer, bedeutet dies, daß der Druck sehr schnell abfällt, schneller als durch den vorgebbaren Speicherdruckgradientenschwellwert P_{gg} dargestellt. Dann wird die Pumpe eingeschaltet, also der Pumpenmotor 101 durch das Schaltmittel 102 mit der Versorgungsspannung U_{bat} verbunden. Im anderen Fall bleibt die Pumpe 100 ausgeschaltet. Wenn keine Volumenbedarfsanforderung vorliegt, was in diesem Ausführungsbeispiel gleichbedeutend damit ist, daß der Radbremsolldruckschwelle Pr_{ss} größer oder gleich dem Radbremsolldruck Pr_s ist, erfolgt die Abfrage des kleinen Druckgradientenschwellwertes P_{gk} nach Block 204. Ist in Block 204 der Ist-Druckgradient P_{sg} kleiner, also negativer als der Druckgradientenschwellwert P_{gk} , so wird die Pumpe eingeschaltet, der Pumpenmotor 100 also mit der Versorgungsspannung U_{bat} durch das Schaltmittel 102 verbunden. Bei Unterschreitung des Schwellwertes P_{gk} des Istdruckgradienten P_{sg} wird somit, obwohl keine Volumenbedarfsanforderung vorliegt, der Pumpenmotor 101 mit Spannung beaufschlagt. Im anderen Fall bleibt die Pumpe 100 ebenfalls ausgeschaltet. Statt des jeweiligen Schwellwertvergleichs in Block 203, 204 und 205 kann in diesen Blöcken auch eine Auswertung einer entsprechenden Kennlinie bzw. eines entsprechenden Kennfelds vorgenommen werden.

In Fig. 3 sind anhand des Signalverlaufes des Speicherdrucks eines elektrohydraulischen Bremssystems die Signale Speicherdruck P_s , Speicherdruckgradient P_{sg} , Radbremsolldruck Pr_s und Motorspannung UM schematisch dargestellt. In der Darstellung der Signalverläufe in Fig. 3 erfolgt keine Berücksichtigung der Abtastzeit. Deshalb sind die Signalverläufe des Speicherdruckgradienten P_{sg} 301 des Radbremsolldruckes Pr_s 302 und der Motorspannung UM 303 mit senkrechten Signalflanken dargestellt und die Reaktion auf das Erreichen eines Schwellwertes erfolgt augenblicklich. Ausgangspunkt ist bei t_0 ein Ist-Druck nahe der oberen Druckschwelle P_o . Zum Zeitpunkt t_1 sinkt dieser Druck, ohne daß eine Volumenbedarfsanforderung in Form eines Radbremsolldruckwertes Pr_s oberhalb der Radbremsolldruckschwelle Pr_{ss} vorliegt, z. B. durch Abkühlung langsam ab. Dabei unterschreitet der Speicherdruckgradient P_{sg} den kleinen Druckgradientenschwellwert P_{gk} . Da der obere Schwellwert P_o durch den Speicherdruck P_s unterschritten ist, ebenso der Gradientenschwellwert für langsames Druckabfallen P_{gk} durch den Druckgradienten P_{sg} unterschritten wird und zu diesem Zeitpunkt t_1 der Radbremsolldruck Pr_s ebenfalls unter der Sollbremsolldruckschwelle Pr_{ss} liegt, erfolgt eine Ansteuerung des Motors für den Zeitraum t_2-t_1 .

Durch das Einschalten der Pumpe steigt der Druckwert bis zum Zeitpunkt t_3 auf den Wert der oberen Druckschwelle P_o an. Bei Erreichen der oberen Druckschwelle P_o wird die Pumpe bei t_3 ausgeschaltet. Beispielsweise durch Abkühlung des Druckmediums sinkt dieser Speicherdruckwert von t_3 16 von dem Wert der oberen Druckschwelle P_o auf einen Wert unterhalb dieser oberen Druckschwelle P_o . Aufgrund des dabei auftretenden Unterschreitens der kleinen Druckgradientenschwelle P_{gk} durch den Ist-Druckgradienten P_{sg} wird der Pumpenmotor 101 zum Zeitpunkt t_4 wieder eingeschaltet.

Da der Fahrer in der Folge zum Zeitpunkt t_5 das Bremspedal betätigt und somit ein Radbremsolldruckwert Pr_s größer als die Radbremsolldruckschwelle Pr_{ss} vorliegt, wird der Pumpenmotor 101 trotz der Unterschreitung der kleinen Druckgradientenschwelle P_{gk} ausgeschaltet. Dies

liegt darin begründet, daß der kleine Gradientenschwellwert P_{gk} der Temperatur bzw. Störungskompensation dient und in diesem Ausführungsbeispiel jede Volumenbedarfsanforderung einen Radbremsolldruckwert Pr_s erzeugt, der größer als die hier vorgegebene Radbremsolldruckschwelle Pr_{ss} ist. Bei Vorliegen eines Radbremsolldruckwertes Pr_s oberhalb der Radbremsolldruckschwelle Pr_{ss} ist somit die Kompensationfunktion der kleinen Druckgradientenschwelle P_{gk} ausgesetzt und es wird lediglich ein Unterschreiten der großen Druckgradientenschwelle P_{gg} überprüft, sodaß auch eine Erhöhung des Radbremsolldruckes Pr_s bei t_6 sowie die damit verbundene betragsmäßige Druckgradientenerhöhung kein Einschalten des Pumpenmotors zur Folge hat. Erst der schnelle Druckabfall ab t_8 und die damit verbundene Unterschreitung des großen Druckgradientenschwellwertes P_{gg} , ausgelöst durch eine hohe Volumenbedarfsanforderung in Form eines hohen Radbremsolldruckes Pr_s bewirkt ein erneutes Einschalten des Pumpenmotors 101, wodurch ein Unterschreiten des unteren Druckschwellwertes P_u verhindert wird. Wird dieser untere Druckschwellwert P_u bei einer erneuten Volumenbedarfsanforderung aufgrund des niedrigen Druckniveaus dennoch unterschritten, so wird wie bei t_{12} unabhängig vom Druckgradienten P_{sg} der Pumpenmotor 101 an die Versorgungsspannung U_{bat} gelegt. Damit fungiert die untere Druckschwelle P_u als Sicherheitsgrenze, um ein Mindestdruckniveau im Speicher bzw. im Bremssystem zu gewährleisten. Die zusätzliche Ansteuerung mittels Druckgradienten bewirkt aber, daß diese untere Druckschwelle gerade bei einem schnellen und starken Druckabfall nicht bzw. nicht zu stark unterschritten wird.

Mögliche Alternativen, zweckmäßige Ergänzungen und sonstige Besonderheiten.

Neben dem Einsatz des Verfahrens in einem elektrohydraulischen Bremssystem ist in Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel in Form eines allgemeinen Bremssystems dargestellt. Das allgemeine Bremssystem umfaßt neben einem elektrohydraulischen Bremssystem, wie aus den genannten Schriften oder dem ersten Ausführungsbeispiel bekannt z. B. auch ein hydraulisches Bremssystem vergleichbar dem aus dem ATZ Sonderdruck oder der DE 195 46 682 A1. In dem allgemeinen Bremssystem in Fig. 4 zeigt 408 ein Ausgleichsbehälter und 400 eine Pumpe, die das Druckmedium aus dem Ausgleichsbehälter 408 in die Bremsanlage 406 fördert. Die Pumpe 400 kann wie im vorhergehenden Ausführungsbeispiel eine Speicherpumpe in einem elektrohydraulischen Bremssystem, aber beispielsweise ebenso eine Rückförderpumpe in einem hydraulischen Bremssystem sein. Der zugehörige Pumpenmotor 401 wird über ein Schaltmittel 402 mit der Versorgungsspannung U_{bat} verbunden bzw. von ihr abgetrennt. Bedient wird das Schaltmittel 402 durch eine Steuerung 403. Eingangsgröße der Steuerung ist auch eine, den Radbremsolldruck Pr_s repräsentierende Größe, die aber auch im Gegensatz zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel aus einer übergeordneten Logik (z. B. ABS-, ASR-, FDR-Logik) 409 kommen kann. Die Eingangsgröße E der Logik 409 ist eine den Bremswunsch des Fahrers repräsentierende Größe, die z. B. über einen Drucksensor, Pedalwegsensor, o. ä. übermittelt wird. Diese den Bremswunsch repräsentierende Größe äußert sich am Ausgang der Logik 409 in einem Radbremsolldruckwert. Als zweite Eingangsgröße für die Steuerung 403 neben dem Radbremsolldruck wird ein Druck aus der Bremsanlage 406 verwendet, der mittels Drucksensor 405 erfaßt und mittels AD-Wandler 407 in eine dem Logikwert des Radbremsolldruckes entsprechende Form gebracht wird. Der Druck aus der Bremsanlage 406 kann neben dem im vorhergehenden Ausführungsbeispiel verwendeten Speicherkammer-

druck ebenfalls z. B. ein Bremskreisdruk sein. Die verwendete Druck- bzw. Druckgradientengröße wird dabei entweder sensorisch erfaßt oder, wie aus dem Stand der Technik bekannt, geschätzt. Die Eingangsgrößen in die Steuerung 403 sind somit in jedem Fall Signale, die die Information eines Druckes der Bremsanlage 406 sowie eines Radbrems-
solldruckes P_{rs} repräsentieren. Das Verfahren und die schematischen Signalverläufe sind dann nach dem erfindungsgemäßen Prinzip analog zu denen des vorhergehenden Ausführungsbeispiels und es wird deshalb an dieser Stelle auf die Fig. 2 und 3 der Ausführungsform des elektrohydraulischen Bremssystems verwiesen.

Eine Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Bremssystem mit pneumatischem Druckmedium ist ebenso zweckmäßig, sodaß zusammenfassend die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einem z. B. hydraulischen, elektrohydraulischen, pneumatischen, elektropneumatischen, o. ä. Bremssystem sinnvoll ist. Dabei ist zu beachten, daß bei inkompressiblen Druckmedien als Druckgradient die Ableitung der Druckgröße nach der Zeit sinnvoll ist, bei kompressiblen Druckmedien im Bremssystem aber neben dem zeitlichen Druckgradienten auch ein ortsabhängiger Gradient der Druckgröße zweckmäßigerweise Berücksichtigung finden kann.

Im Ausführungsbeispiel ist mit P_{rs} lediglich ein Schwellwert für den Radbremsolldruck angegeben. Eine sinnvolle Ergänzung ist die Verwendung mehrerer verschiedener Schwellwerte für den Radbremsolldruck als Auswahlkriterium für verschiedene Druckgradientenschwellwerte. Es wird dadurch möglich unterschiedliche diskrete Druckschwellen vorzugeben und durch den Vergleich des Ist-Druckgradienten mit dem jeweiligen Druckgradientenschwellwert diese Druckschwellen zu überwachen. Dabei wird der Ist-Druck bei der jeweiligen Druckschwelle gehalten, wenn keine Volumenbedarfsanforderung vorliegt, also beispielsweise wenn sich der Ist-Druck durch Abkühlung des Bremsmediums von der eingestellten Druckschwelle entfernt. Darüberhinaus kann durch die Angabe verschieden großer Druckgradientenschwellwerte die Ansteuerung der Pumpe zum Druckaufbau dem jeweiligen Bedarf in unterschiedlichen Situationen angepaßt werden.

Neben der Verwendung vorgegebener Druckgradientenschwellwerte, welche aufgrund eines Vergleiches des Radbremsolldruckes mit diesem zugehörigen Schwellwerten zugeordnet sind, ist der Einsatz von Kennlinien bzw. Kennfeldern für den Druckgradienten und/oder den Radbremsolldruck zur Ermittlung des Ansteuersignals zweckmäßig. Somit kann die Verwendung von Schwellwerten und/oder Kennfeldern zu einer Benutzung von Abhängigkeitsmodi zur Bildung des Ansteuersignals verallgemeinert werden. Es wird also zwischen zwei Abhängigkeitsmodi unterschieden, je nachdem ob eine Volumenbedarfsanforderung vorliegt oder nicht. Der eine Abhängigkeitsmodus wird demnach gewählt, wenn eine Volumenbedarfsanforderung vorliegt, der andere, wenn dies nicht der Fall ist.

Als weitere Ausführungsform wäre es zweckmäßig, die Pumpe nach dem Erfüllen der Einschaltbedingung nicht mit der vollen Versorgungsspannung U_{bat} für den gesamten Einschaltzeitraum zu beaufschlagen, sondern die Pumpe für diesen Einschaltzeitraum situationsbedingt getaktet, mittels PWM-Signal anzusteuern und den Pumpenmotor somit mit einem daraus resultierenden Spannungseffektivwert kleiner als U_{bat} zu beaufschlagen. Auch eine kontinuierliche Veränderung der, an der Pumpe anliegenden Spannung abhängig vom vorliegenden Druckgradienten wäre sinnvoll.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bildung eines Ansteuersignals zur Ansteuerung einer Pumpe zur Förderung eines Druckmediums in einem Fahrzeugbremssystem, bei dem das Ansteuersignal der Pumpe abhängig von wenigstens einer vorgebbaren Bedingung ist, wobei

- eine Druckgröße (P_s) erfaßt wird, welche einen Istwert eines Druckes des Druckmediums entspricht,
- eine Druckgradientengröße (P_{sg}) ermittelt wird, die einen Istwert eines Druckgradienten des Druckmediums repräsentiert, **dadurch gekennzeichnet**, daß
- die Bedingung als Abhängigkeitsmodus derart vorgegeben ist, daß das Ansteuersignal abhängig von der erfaßten Druckgröße (P_s) und der Druckgradientengröße (P_{sg}) gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingung als Abhängigkeitsmodus zur Bildung des Ansteuersignals als Vergleich wenigstens einer Druckgradientengröße (P_{sg}) mit wenigstens einem Druckgradientenschwellwert (P_{gk} , P_{gg}) und/oder als Auswertung wenigstens eines Kennfeldes, mit dem Druckgradienten als einer Kennfeldgröße, ausgeführt ist und zusätzlich ein Vergleich wenigstens eines Ist-Druckes (P_s) mit wenigstens einer oberen (P_o) und/oder einer unteren Druckschwelle (P_u) als weitere Bedingung zur Bildung des Ansteuersignals zur Ansteuerung der Pumpe des Bremssystems zugrundegelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß verschiedene Druckgradienten als Schwellwerte (P_{gk} , P_{gg}) vorgegeben werden, und daß die verschiedenen Druckgradientenschwellwerte (P_{gk} , P_{gg}) abhängig von Auswahlkriterien und/oder einem Vergleich wenigstens eines Radbremsdrucksolldwertes (P_{rs}) mit wenigstens einem Radbremsdrucksolldschwellwert (P_{rss}) und/oder einer Auswertung eines Kennfeldes bezüglich des Radbremsdrucksolldwertes vorgegeben werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein, einen langsamen Druckabfall im Bremssystem repräsentierender Druckgradientenschwellwert (P_{gk}) und wenigstens ein, einen schnellen Druckabfall im Bremssystem repräsentierender Druckgradientenschwellwert (P_{gg}) vorgegeben werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswahlkriterium als eine Volumenbedarfsanforderung, welche wenigstens abhängig vom Radbremsolldruck ermittelt wird, ausgebildet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß verschiedene Druck- (P_u , P_o) und/oder verschiedene Druckgradientenschwellwerte (P_{gk} , P_{gg}) unterschiedlichen Radbremsolldrücken (P_{rs}) und/oder unterschiedlichen Radbremsolldruckschwellwerten (P_{rss}) zugeordnet werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingung als Abhängigkeitsmodus zusätzlich abhängig von einer Volumenbedarfsanforderung vorgegeben wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Abhängigkeitsmodi existieren, aus denen in Abhängigkeit der Volumenbedarfsanforderung ausgewählt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Abhängigkeitsmodus (204, P_{gk}) verwendet wird, wenn keine Volumenbedarfsanforderung

bezüglich des Druckmediums im Bremssystem vorliegt und ein anderer Abhängigkeitsmodus (205, Pgg) bei Vorliegen einer Volumenbedarfsanforderung bezüglich des Druckmediums eingesetzt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Bremssystem mit einem Speicher für das Druckmedium ein Speicherdruckgradient als Druckgradientengröße (Psg), die einen Istwert eines Druckgradienten des Druckmediums repräsentiert, verwendet wird und somit auch die Druck- (Pu, Po) und Druckgradientenschwellwerte (P_{gk}, P_{gg}) auf den Speicherdruck (Ps) bezogen sind.

11. Vorrichtung mit einer Steuereinheit (103) und einem Schaltmittel (102) zur Bildung eines Ansteuersignals zur Ansteuerung einer Pumpe zur Förderung eines Druckmediums in einem Fahrzeugbremssystem, bei dem das Ansteuersignal der Pumpe abhängig von wenigstens einer vorgebbaren Bedingung ist, wobei

- erste Mittel enthalten sind, die eine Druckgröße (Ps) erfassen, welche einem Istwert eines Druckes des Druckmediums entspricht
- zweite Mittel enthalten sind, die eine Druckgradientengröße (Psg) ermitteln, die einen Istwert eines Druckgradienten des Druckmediums repräsentiert, dadurch gekennzeichnet, daß
- dritte Mittel enthalten sind, die die Bedingung als Abhängigkeitsmodus derart vorgeben, daß das Ansteuersignal durch die Steuereinheit und das Schaltmittel abhängig von der erfaßten Druckgröße (Ps) und der Druckgradientengröße (Psg) gebildet wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

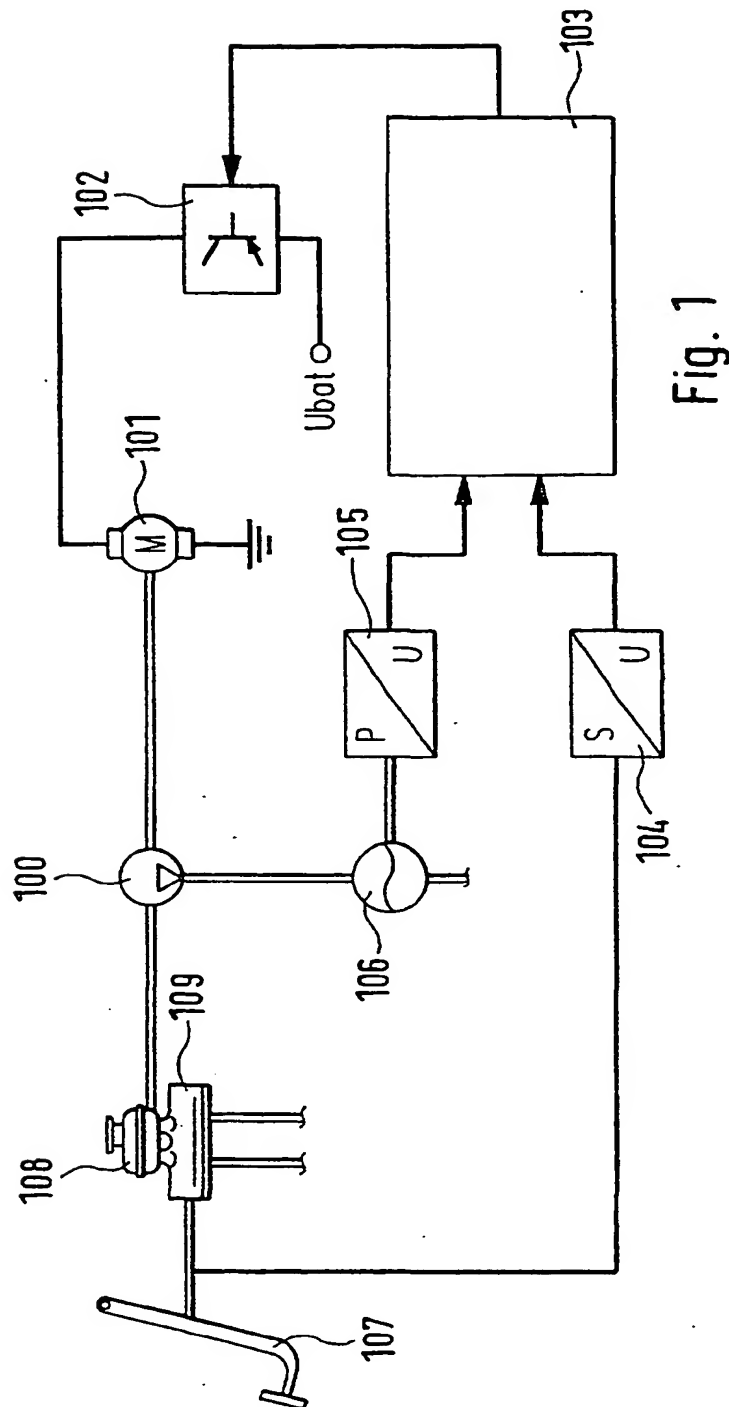


Fig. 1

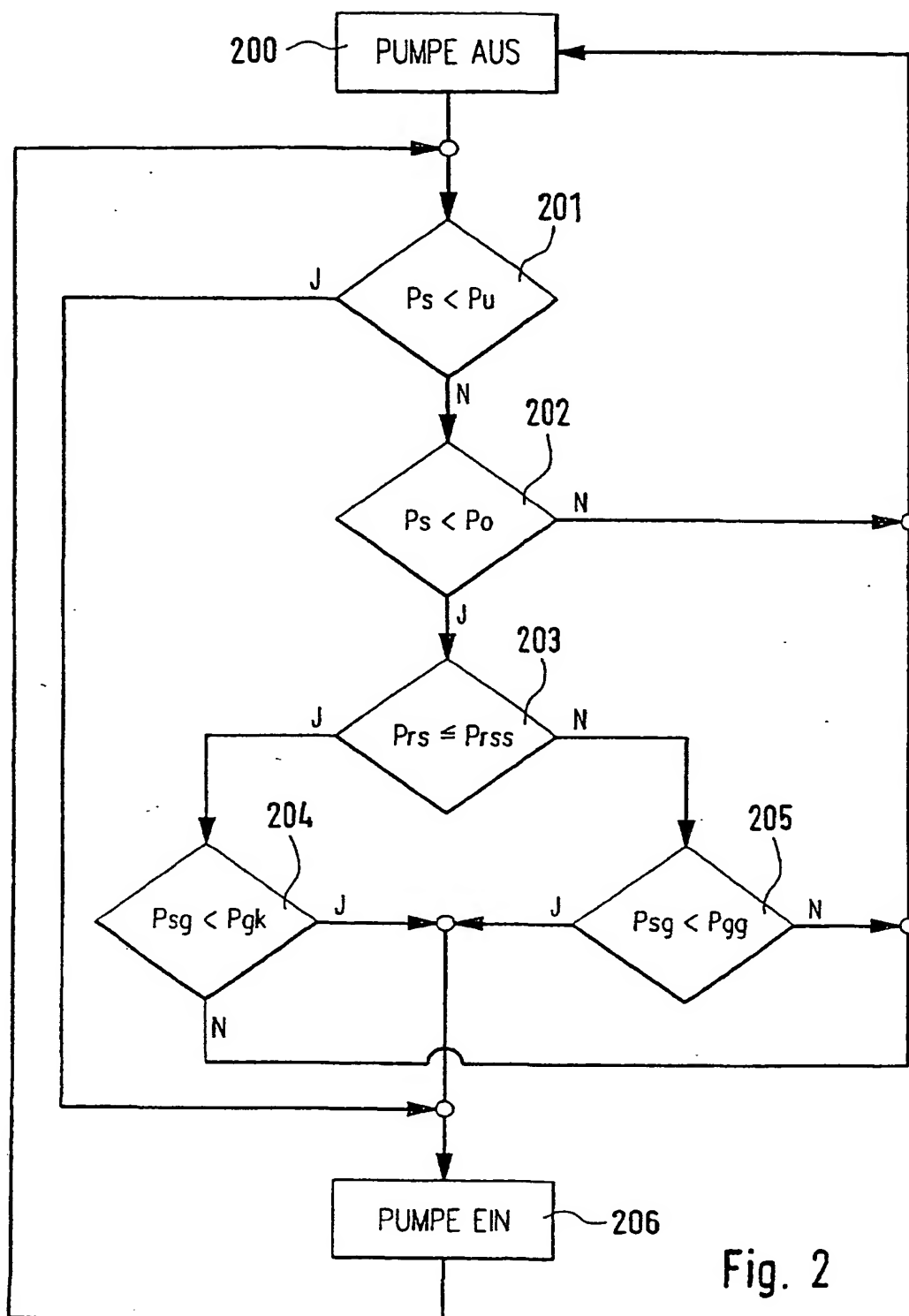
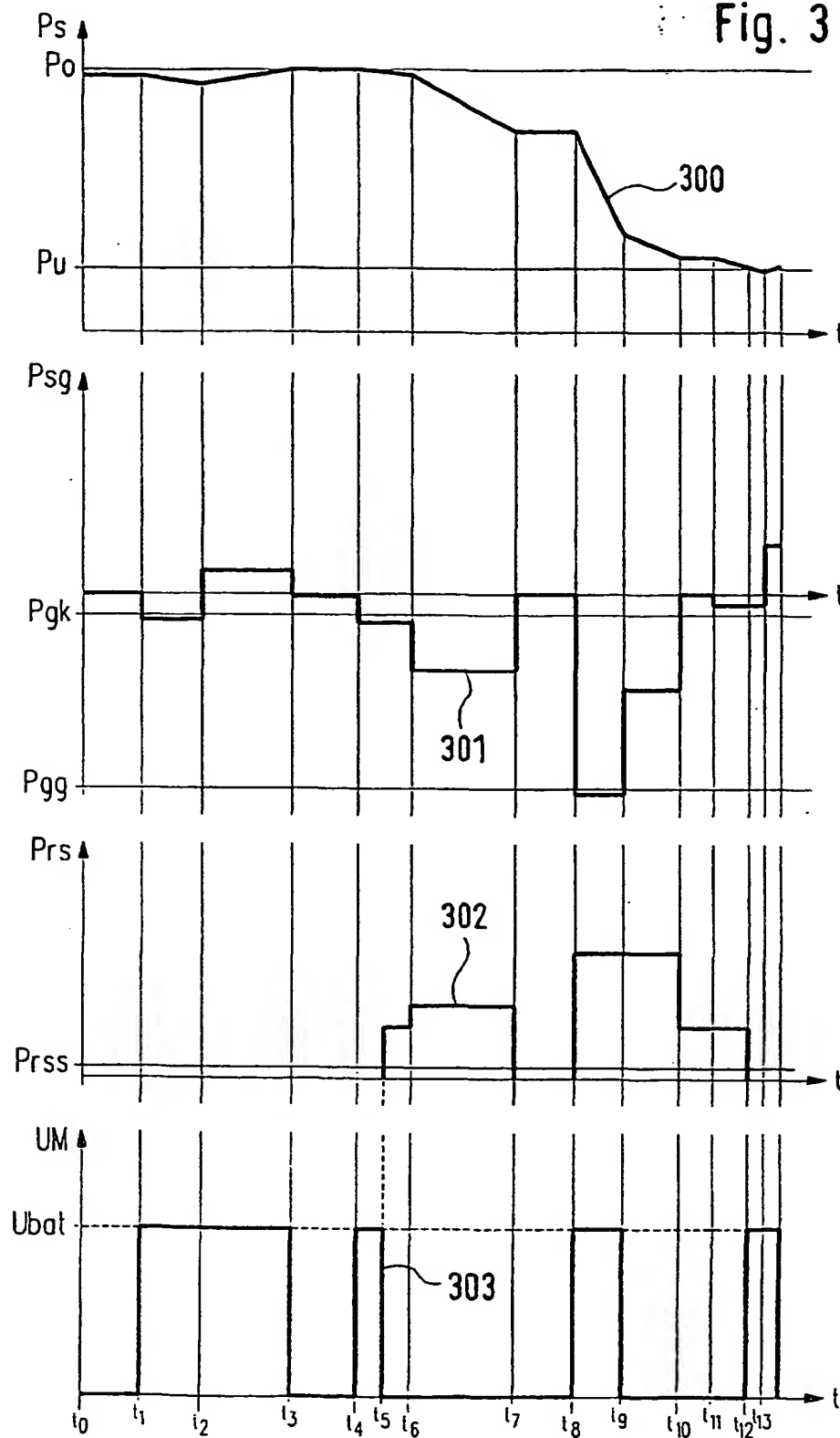


Fig. 2

Fig. 3



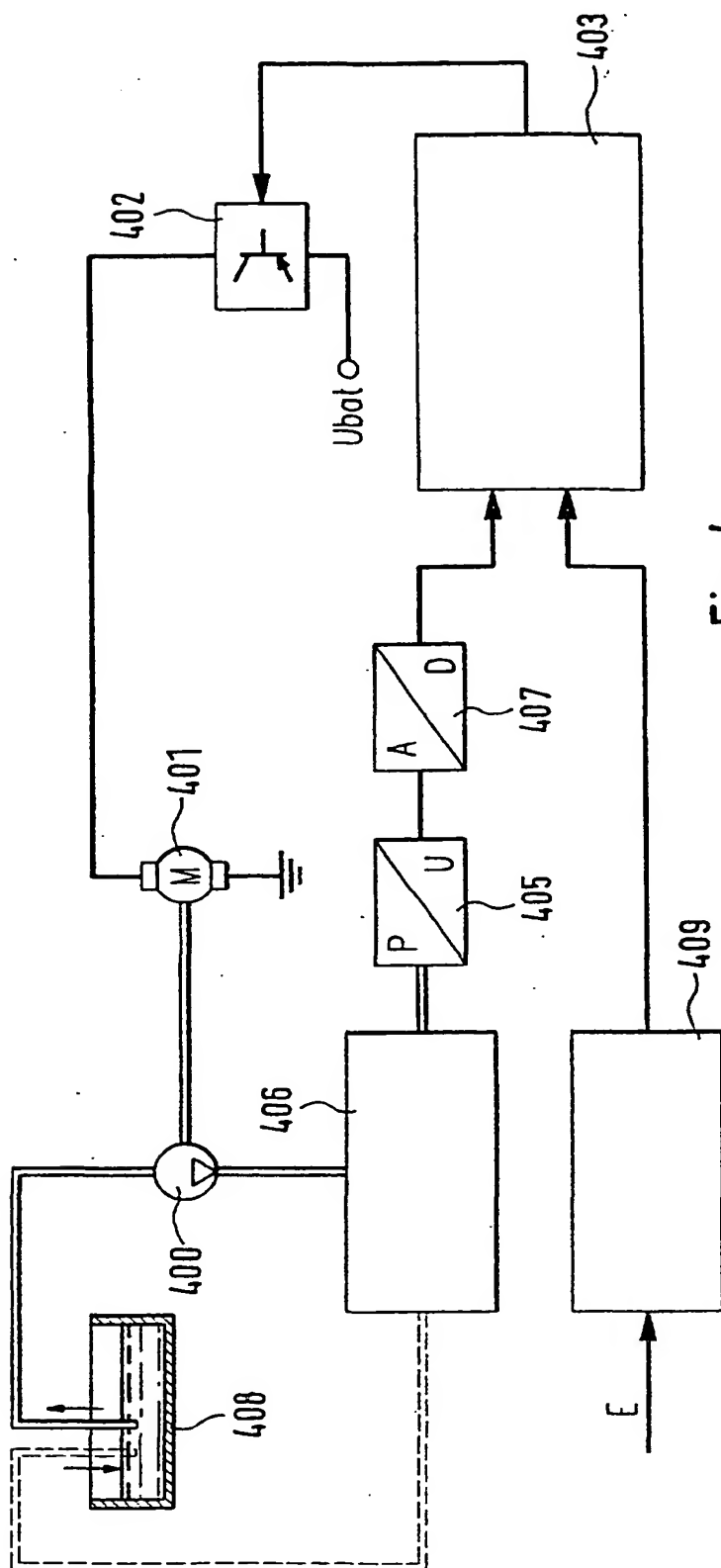


Fig. 4